

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-39177

(P2004-39177A)

(43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/125	G 1 1 B 7/125 C	2 H 1 1 1
B 4 1 M 5/28	G 1 1 B 7/0045 B	5 D 0 2 9
G 1 1 B 7/0045	G 1 1 B 7/09 C	5 D 0 9 0
G 1 1 B 7/09	G 1 1 B 7/24 5 1 1	5 D 1 1 8
G 1 1 B 7/24	G 1 1 B 7/24 5 2 2 U	5 D 1 1 9
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-198008 (P2002-198008)  
 (22) 出願日 平成14年7月5日 (2002.7.5)

(71) 出願人 301021533  
 独立行政法人産業技術総合研究所  
 東京都千代田区霞が関1-3-1  
 (71) 出願人 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号  
 (71) 出願人 000003067  
 TDK株式会社  
 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
 (71) 出願人 000005016  
 パイオニア株式会社  
 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
 (74) 代理人 100080034  
 弁理士 原 謙三

最終頁に続く

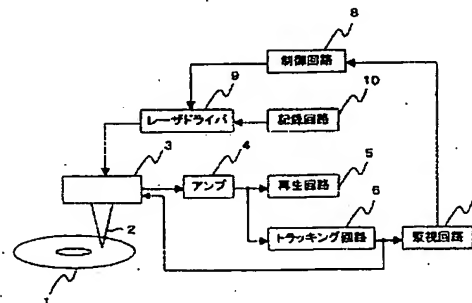
(54) 【発明の名称】 光記録媒体装置

## (57) 【要約】

【課題】 貴金属酸化物層を有し、該貴金属酸化物層に、空洞或いはガス球よりなる変形で情報を記録する光記録媒体に対して、記録／再生／消去を行うに好適な光記録媒体装置を提供する。

【解決手段】 貴金属酸化物層を含む記録媒体を備えた光ディスク1に光を照射して情報を記録／再生／消去する光記録再生装置である。制御回路8は、レーザドライバ9の駆動を制御して、光学ピックアップ3における半導体レーザから照射される記録時のレーザビーム2のパワーを、監視回路7にて検出されるトラッキングエラー信号の振幅或いはピーク値に応じて制御する。これにて、再生時に良好なトラッキングが可能となるパワーにて情報を記録することができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録される光記録媒体を搭載可能で、  
該光記録媒体に対し、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して情報を上記変形として記録する記録手段を備え、  
該記録手段は、記録時の照射光強度を、情報記録部位のトラッキング性能を基に制御することを特徴とする光記録媒体装置。

## 【請求項2】

上記記録手段は、情報記録部位におけるトラッキング性能の劣化度合いが安定したトラッキングを可能とする領域に入るように、照射光強度を制御することを特徴とする請求項1に記載の光記録媒体装置。

## 【請求項3】

貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録される光記録媒体を搭載可能で、  
該光記録媒体に、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して上記変形として記録された情報の消去を行う消去手段を有し、  
該消去手段は、消去時の照射光強度を、情報消去部位のトラッキング性能を基に制御することを特徴とする光記録媒体装置。

## 【請求項4】

上記消去手段は、情報消去部位におけるトラッキング性能の劣化度合いが不安定なトラッキングを可能とする領域に入るように、照射光強度を制御することを特徴とする請求項3に記載の光記録媒体装置。

## 【請求項5】

上記消去手段は、情報消去部位におけるトラッキング性能の劣化度合いがトラッキング不可能な領域に入るように、照射光強度を制御することを特徴とする請求項3に記載の光記録媒体装置。

## 【請求項6】

光記録媒体に光を照射することで、記録されている情報の再生を少なくとも行う光記録媒体装置であって、

上記光記録媒体は、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されており、該変形に記録時よりも弱い光が照射されることで情報が再生されるものであり、  
該光記録媒体に対し、光を照射して貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されている所定トラックへのトラッキングを行うトラッキング手段を備え、  
該トラッキング手段は、待機時及び所定トラックへと移動するアクセス時、照射光強度を情報再生時より弱めることを特徴とする光記録媒体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、光の回折限界近傍、及び光の回折限界より小さい寸法をもつ記録マークが記録され再生される光記録媒体に対し、少なくとも記録、消去、或いは再生の何れかを行う光記録媒体装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

通常、レーザビームを用いた再生方法では、光の回折限界によって決まる解像限界が存在する。レーザビームの波長を $\lambda$ 、対物レンズの開口数をNAとすると、光の回折限界は $\lambda/2NA$ となり、解像限界は $\lambda/4NA$ となる。

## 【0003】

つまり、カットオフ空間周波数は $2NA/\lambda$ なので、記録マークの長さと、隣接する2つ

10

20

30

40

50

の記録マーク間にあるスペースの長さと同じである記録マーク列は、その空間周波数が  $2NA/\lambda$  以下であれば、読み取り可能となる。この場合、読み取り可能な空間周波数に対応するマーク長（スペース長）は、 $\lambda/4NA$  となる。すなわち、配列ピッチ  $\lambda/2NA$  未満、マーク長  $\lambda/4NA$  未満の記録マーク列を読み出して再生信号を得ることはできない。

#### 【0004】

したがって、高密度に記録された信号を読み出すためには、解像限界をより小さくする、つまり、 $\lambda$  を小さくする及び/又は  $NA$  を大きくすることが有効であり、これらに関して多くの技術的検討が行われている。

#### 【0005】

一方、解像限界をより小さくしようとする検討とは別に、解像限界よりも小さい記録マークを記録して読み出すための技術として、超解像記録再生技術が提案されている。超解像記録再生技術としては、例えばレーザ照射によって開口等を生じる機能を有する層を媒体内に設けることによって、媒体内で実質的に  $NA$  を高める技術が提案されている。

#### 【0006】

一例として、特開平8-185642号公報には、基板に成膜されたマスク層を不可逆的に変形させることによって、超解像記録再生を行う方法が開示されている。この例では、記録媒体は、Ge、Ga、Te、Sn、In、Se、Sb、Asのなかの少なくとも一つの元素を含む合金薄膜層であるマスク層を備えている。そして、該記録媒体に強い光を照射し、マスク層の照射部分を変形させることで再生用窓を形成し、その下層の記録層に記録マークを形成する。再生においては、弱い光をこの再生用窓を通して照射することによって、解像限界以下のサイズで記録された記録マークを再生する。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報の超解像記録再生技術では、再生信号の信号対雑音比（SNR：Signal to Noise Ratio）が低く、実用レベルではない。そのため、超解像記録再生によって高密度の記録再生を行うことが困難であるといった問題点を有している。

#### 【0008】

解像限界よりも小さなサイズの記録マークを実用的な光ディスクの線速度で読み出すには、十分に高いSNRを必要とする。しかし、超解像記録再生においては、記録マークのサイズが解像限界よりも小さくなればなるほど、読み出される信号量も次第に減少し、SNRが不十分となる。上記公報の超解像記録再生技術においても、記録マークが小さいために、実用レベルのSNRを得ることができない。

#### 【0009】

一方、本発明の発明者らは、このような課題に対し、貴金属酸化物層を有する光記録媒体において、該貴金属酸化物層を記録層として用い、この層に解像限界より小さい微小な記録マークを記録し、閾値以上の再生パワー（パワー＝照射光強度）で再生を行うことによって、超解像再生において、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られることを見出し、本願に先んじて、光記録／再生方法及び光記録媒体の発明を提案している（特願2002-183498号，出願日：平成14年6月24日，本願の出願時点で未公開）。

#### 【0010】

しかしながら、この先願では、該新規な光記録／再生方法で新規な光記録媒体に対して少なくとも記録、消去、或いは再生の何れかを行う光記録媒体装置として、より具体的な構成を提案するものではなく、例えば、記録時の照射光強度（レーザパワー）の好適な光量調整の手法や、一旦記録した記録マークの消去方法、再生耐久性をより一層向上させる手法等については何ら言及されていない。

#### 【0011】

本発明は、このような先願発明の該新規な光記録／再生方法で記録／再生が行われる光記

10

20

30

40

50

録媒体に対して、少なくとも記録、消去、或いは再生を行う光記録媒体装置の好適な構成を提案することを目的としている。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の光記録媒体装置は、上記目的を達成するために、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録される光記録媒体を搭載可能で、該光記録媒体に対し、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して情報を上記変形として記録する記録手段を備え、該記録手段は、記録時の照射光強度を、情報記録部位のトラッキング性能を基に制御することを特徴としている。

#### 【0013】

これによれば、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで、貴金属酸化物層に変形が生じ、該変形によって情報が記録される光記録媒体に対し、記録手段が、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して情報を記録するようになっている。

#### 【0014】

上述したように、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、少なくとも最も長さの短い変形（記録マーク）が、解像限界より小さい寸法であって、これを再生する超解像再生であるにもかかわらず、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られる。

#### 【0015】

しかしながら、このような記録方法では、ランドに記録してもグループ記録しても、貴金属酸化物層の変形に伴ってランドとグループの高低差が変化する。ここでもし、照射光強度が強すぎると、該高低差が望ましい回折状態が得られる範囲より逸脱してしまう。そうすると、トラッキングエラー信号が劣化し、トラッキング性能が低下する。また、照射光強度が強すぎると変形長、つまり記録マークの長さが長くなるか、或いは変形の高さ（厚み）が増すため、これによっても、トラッキングエラー信号が劣化し、トラッキング性能が低下する。

#### 【0016】

そこで、上記構成では、記録手段が、記録時の照射光強度を、情報記録部位、つまり変形を有する部位のトラッキング性能を基に制御する構成としている。これにより、再生が不安定になるようなことがなく、安定した再生が可能となる。

#### 【0017】

さらに、この場合、上記記録手段が、情報記録部位におけるトラッキングエラー信号の劣化度合いが安定したトラッキングを可能とする領域に入るように、照射光強度を制御することが好ましい。

#### 【0018】

上述したように、トラッキング性能は、トラッキングエラー信号の劣化度合いより検出することができるので、該トラッキングエラー信号の劣化度合いを、安定したトラッキングを可能とする領域に入るように記録手段の照射光強度を制御することで、再生時に安定なトラッキングが可能となる適切な照射光強度にて情報を記録することができる。

#### 【0019】

なお、情報の記録に際して記録層の変形を伴わない相変化記録や光磁気記録では、このようなトラッキングエラー信号の劣化は起こらないので、このようなトラッキングエラー信号を基に照射光強度の調整を行う構成は、貴金属酸化物層の変形にて情報を記録する光記録媒体独自の構成と言える。

#### 【0020】

本発明の光記録媒体装置は、上記目的を達成するために、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録される光記録媒体を搭載可能で、該光記録媒体に、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して上記変形として記録された情報の消去を行う消去手段を有し、該消去手段は、消去時の照射光強度を、情報消去部位のトラッキング性能を基に制御することを特徴としてい

る。

【0021】

上述したように、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、少なくとも最も長さの短い変形が、解像限界より小さい寸法であって、これを再生する超解像再生であるにもかかわらず、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られる。

【0022】

そして、上記構成によれば、このような貴金属酸化物層の変形によって記録されている情報を、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して消去する消去手段が備えられており、該消去手段は、消去時の照射光強度を、情報消去部位のトラッキング性能を基に制御する構成としている。

10

【0023】

これにより、情報消去時の情報の劣化を、トラッキング性能でもって計ることが可能となり、情報消去部位のトラッキング性能を基に照射光光量を制御することで、情報を劣化させ、確実に消去することができる。また、情報消去部位のトラッキング性能を、所望の状態に調整することができる。

【0024】

したがって、例えば、消去手段が、情報消去部位におけるトラッキング性能の劣化度合いが不安定なトラッキングを可能とする領域に入るように、照射光強度を制御する構成とすることで、消去部位において、情報の再生はできないまでも、不安定な程度のトラッキングを可能としておくことで、消去部位の前後に隣接するセクタ或いはブロックにおける情報の記録或いは再生を、スムーズに行うことができる。

20

【0025】

また、例えば、消去手段が、情報消去部位におけるトラッキング性能の劣化度合いがトラッキング不可能な領域に入るように、照射光強度を制御する構成とすることで、変形によって記録されている情報を、二度と再生できないように完全消去することができ、極秘情報等の消去に特に有効である。

【0026】

また、本発明の光記録媒体装置では、上記目的を達成するために、光記録媒体に光を照射することで、記録されている情報の再生を少なくとも行う光記録媒体装置であって、上記光記録媒体は、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されており、該変形に記録時よりも弱い光が照射されることで情報が再生されるものであり、該光記録媒体に対し、光を照射して貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されている所定トラックへのトラッキングを行うトラッキング手段を備え、該トラッキング手段は、待機時及び所定トラックへと移動するアクセス時、照射光強度を情報再生時より弱めることを特徴としている。

30

【0027】

上述したように、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、少なくとも最も長さの短い変形が、解像限界より小さい寸法であって、これを再生する超解像再生であるにもかかわらず、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られる。

40

【0028】

しかしながら、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、記録のための照射光強度より弱い再生のための照射強度であっても、これを照射し続けると次第に変形で記録された情報が劣化し、情報が破壊されることがわかっている。

【0029】

そこで、上記構成によれば、該光記録媒体に対し、光を照射して貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されている所定トラックへのトラッキングを行うトラッキング手段が、記録や再生以外の待機時及びアクセス時に、照射光強度を情報再生時より弱める構成としている。これにより、常に、待機時及びアクセス時を含めた常時、再生のための照射光強

50

度で光を照射し、トラッキングする構成に比べて、光記録媒体の再生耐久性をより一層向上させることができる。

#### 【0030】

また、本発明は、異なる表現を用いれば、以下のように表現することもできる。つまり、本発明は、貴金属酸化物層を含む記録媒体に光を照射して情報を記録再生する装置であって、光の波長 $\lambda$ と開口数NAの光学系と、前記記録媒体に強い第1の照射光を集光することによって少なくとも $\lambda/4NA$ よりも小さい変形を記録する記録手段と、前記変形に第1の照射光よりも弱い第2の照射光を照射することにより反射光又は透過光からトラッキングを行うトラッキング手段と、トラッキングエラー信号を監視する監視手段と、前記第1の照射光の光量を制御する第1光量制御手段を備え、前記監視手段の出力に基づいて第1の照射光の光量を制御することを特徴とする

10

本発明は、上記構成に加えて、前記監視手段は情報記録後のトラックジャンプ時のトラッキングエラー信号の振幅値を検出し、前記振幅値が所定値を越えないように、情報記録時の第1の照射光の光量を制御することを特徴とする。

#### 【0031】

本発明は、上記構成に加えて、前記監視手段は情報記録後のトラックジャンプ時のトラッキングエラー信号のピーク値が所定値を超えないように、情報記録時の第1の照射光の光量を制御することを特徴とする。

#### 【0032】

本発明は、上記構成に加えて、前記監視手段は情報消去後のトラックジャンプ時のトラッキングエラー信号の振幅値を検出し、前記振幅値が所定値を超えるように情報消去時の第1の照射光の光量を制御することを特徴とする。

20

#### 【0033】

本発明は、上記構成に加えて、前記監視手段は情報消去後のトラックジャンプ時のトラッキングエラー信号のピーク値が所定値を超えるように、情報消去時の第1の照射光の光量を制御することを特徴とする。

#### 【0034】

また、本発明は、貴金属酸化物層を含む記録媒体に光を照射して情報を記録再生する装置であって、光の波長 $\lambda$ と開口数NAの光学系と、記録媒体に強い第1の照射光を集光することによって少なくとも $\lambda/4NA$ よりも小さい変形を記録する記録手段と、中程度の強さの第2の照射光を照射することにより反射光又は透過光から少なくとも $\lambda/4NA$ よりも小さい変形を読み出す再生手段と、弱い第3の照射光を照射することにより待機時或いはアクセス時に前記変形を含むトラックをトラッキングするトラッキング手段とを備えることを特徴とする。

30

#### 【0035】

このように、本発明によれば、記録時のトラッキングエラー信号の監視によって、過度に照射光強度が大きくなることを防止し、信頼性の高い情報記録を行うことができる。消去時は、同様にトラッキングエラー信号の監視によって、CNRを劣化させ情報の消去を行うことができる。また、光記録媒体全面に渡ってトラッキングが困難となるように消去することが可能であり、極秘情報などを確実に消去することが可能である。

40

#### 【0036】

また、強い照射光強度によって光記録媒体に変形による信号を記録し、中程度の照射光強度によって解像限界よりも短い記録マークの信号を再生できる。また、待機時・アクセス時には照射光強度を再生時よりもさらに弱くすることにより記録された情報の劣化を抑えることが可能である。また、酸化白金などの貴金属酸化物層を備えることにより、高いS/NRが得られ、再生信号の劣化を抑えることができる。

#### 【0037】

#### 【発明の実施の形態】

本発明に係る実施の一形態を図1～図6に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

#### 【0038】

50

本発明者らは、貴金属酸化物層を有する光記録媒体において、貴金属酸化物層を記録層として用い、この層に解像限界より小さい微小な記録マーク又は解像限界より大きい解像限界に近い微小な記録マークを記録し、閾値以上の再生パワーで再生を行うことによって、超解像再生において、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られることを見出した。

【0039】

図2に、本発明者らが前述の先願にて提案している光記録媒体が形成された光ディスク1の断面図を示す。

【0040】

該光ディスク1では、基板14上に、第1誘電体層15、貴金属酸化物層16、第2誘電体層17、光吸収層18、及び第3誘電体層19がこの順に形成されている。第1誘電体層15、貴金属酸化物層16、第2誘電体層17、光吸収層18、及び第3誘電体層19にて、光記録媒体が構成される。なお、光ディスク1の構造は、これに限定されるものではない。

【0041】

光ディスク1における各々の厚さと材料は、基板14が0.6mmのポリカーボネート、第1誘電体層15が130nmのZnS-SiO<sub>2</sub>、貴金属酸化物層16が4nmの酸化白金、第2誘電体層17が40nmのZnS-SiO<sub>2</sub>、光吸収層18が60nmのAg-In-Sb-Te、第3誘電体層19が100nmのZnS-SiO<sub>2</sub>である。

【0042】

また、光ディスク1には、グループ21・21・21…と、ランド22・22・22…とが形成されている。ランド22とグループ22の幅は、どちらも0.6~0.7μmである。グループ21とは、基板14において溝となる部分であり、ランド22は、溝と溝の間の部分である。

【0043】

このような光ディスク1に対して、本発明者らは、波長λ=635nmの半導体レーザと開口数NA=0.6の対物レンズ11とを用いて、照射光強度（以下、レーザパワー或いはパワーと称する）8~12mW、線速度6m/s、記録周波数15MHzの信号の記録を試みた。つまり、レーザビーム2のパワーを、8~12mWの記録パワーと1mWのバイアスパワーとして、周波数15MHzで強度変調した。

【0044】

その結果、貴金属酸化物層16には、記録パワーのレーザビーム2の照射位置に対応して、空洞或いはガス球よりなる変形（記録マーク）20が形成され、光吸収層18には、全面的に結晶化が起こった。

【0045】

これは、貴金属酸化物層16及び光吸収層18に、所定のパワー以上（ここでは、8mWより強い）のレーザビーム2を照射することで、貴金属酸化物層16では貴金属酸化物の分解（爆発）が起こり、貴金属酸化物の分解で発生した酸素ガスが、貴金属酸化物層16内で体積膨張を起こして貴金属酸化物層16を変形させると共に、第2誘電体層17と光吸収層18とを押し上げた結果、貴金属酸化物層16に、空洞或いはガス球よりなる変形20が形成されたと考えられる。

【0046】

透過型電子顕微鏡にて観察した結果、変形20の長さは、記録パワーのレーザビーム2の照射時間に対応しており、200nmであることを確認した。ここで用いた半導体レーザの波長λと対物レンズの開口数NAとより、変形20の解像限界（λ/4NA）は260nmとなる。したがって、ここで形成された変形20は、解像限界以下の寸法となる。

【0047】

次に、上記半導体レーザのパワーを4mW（再生パワー）にして、貴金属酸化物層16に形成した変形20の再生を試みた。その結果、この変形20は解像限界以下の記録ピッチであるにもかかわらず、40dBもの高いCNR（Carrier to Noise



R a t i o) が得られ、実用上、十分なS N Rを得られることを確認した。

#### 【0048】

変形20の再生メカニズムは、以下のように考察される。つまり、空洞或いはガス球よりなる変形20では、記録時の貴金属酸化物の分解によって生成した貴金属の一部が凝集して貴金属粒子となる一方、凝集しなかった貴金属は、超微粒子の形で空洞或いはガス球の壁面に付着していると考えられる。この状態において、ある程度以上のパワーを持つレーザビーム2を光ディスク1に照射すると、変形20を構成する空洞或いはガス球内で貴金属微粒子が凝集し、貴金属粒子が析出する。この貴金属粒子が近接場光を散乱するプローブとなり、近接場光を伝搬光に変換し、超解像再生を可能にすると考えられる。なお、再生時、一旦析出した貴金属粒子は、再生後においても消失することはないので、2回目以降の再生時に、再び貴金属粒子を析出させる必要はない。

10

#### 【0049】

また、本発明者らは、上記光ディスク1に対して、4mWの再生パワーにて連続再生を行うと、1万回前後の繰り返し再生が可能であることも確認した。併せて、再生パワーであっても照射し続けると、貴金属酸化物層16に形成された変形20に劣化が生じ、再生品質が低下することも確認した。

#### 【0050】

さらに、本発明者らは、光記録媒体における貴金属酸化物層16を酸化白金から酸化銀に代えた光ディスク1も試作し、上記と同様に記録再生を試みた。その結果、酸化銀よりなる貴金属酸化物層16であっても、酸化白金からなる貴金属酸化物層16と同様に、所定以上の記録パワーのレーザビーム2を照射することで、貴金属酸化物層16に空洞或いはガス球よりなる変形20が形成され、再生信号においては、高いC N Rが得られることを確認した。

20

#### 【0051】

しかしながら、貴金属酸化物層16を酸化銀より形成した光ディスク1では、貴金属酸化物層16に酸化白金を用いた上記光ディスク1に比べて、再生信号の劣化の速度、つまり、変形20に再生のために照射されるレーザビーム2にて、変形20にて記録された情報が劣化する速度が速いことが確認された。このことより、光記録媒体における貴金属酸化物層16には、酸化白金を使用することで、高いS N Rと高い再生耐久性が得られることを実験にて確認した。

30

#### 【0052】

なお、本発明者らは、J p n . J . A p p l . P h y s . , V o l . 39, N o . 2B, p p . 980-981 (2000) において、酸化銀よりなる貴金属酸化物層を用いた光記録媒体に対して記録／再生を行うことを発表している、しかしながら、これにおいては、記録時のレーザパワーが上記の範囲よりも弱いため、貴金属酸化物層16には、空洞或いはガス球よりなる上記変形20は形成されていない。そして、これを上記と同じ再生パワーで読み出すと、30～40dBのC N Rが得られるものの、数分で信号が劣化し、実用に耐え得る耐久性を得ることができなかった。

#### 【0053】

そして、今回、本発明者らが、このような貴金属酸化物層16を備えた光記録媒体に対して、貴金属酸化物層16に変形20よりなる記録マークを形成して記録し、再生し、かつ、消去も行い得る光記録媒体装置としての具体的構成の検討を行った結果、より安定した再生が可能になり、また、情報の消去が簡単かつ確実に行え、さらに、再生耐久性をより一層向上させ得る各構成を見出した。

40

#### 【0054】

以下、このような光ディスク1に対して、情報の記録／再生／消去を行う、本発明に係る光記録媒体装置としての光記録再生装置について説明する。

#### 【0055】

図1のブロック図に、上記光ディスク1に対して、情報の記録／再生／消去を行う光記録再生装置の主要部を示す。

50



## 【0056】

図1に示すように、光学ピックアップ3、アンプ4、再生回路5、トラッキング回路6、監視回路7、制御回路8、レーザドライバ9、及び記録回路10等が備えられている。

## 【0057】

情報の記録時、記録回路10から記録情報が出力され、レーザドライバ9に送られる。レーザドライバ9は、記録情報に応じた駆動電流を光学ピックアップ3内の半導体レーザ（不図示）へと送る。このとき、レーザドライバ9は、後述する制御回路8にて制御され、レーザビーム2が記録パワーを有するような駆動電流とする。半導体レーザより出射されるレーザビーム2は、記録情報によって強度変調され、光ディスク1に集光されることで、記録が行われる。

10

## 【0058】

光ディスク1には上述したように貴金属酸化物層16を含む光記録媒体が形成されている。貴金属酸化物層16に記録パワーのレーザビーム2が照射されることで、貴金属酸化物層16に、記録マークである空洞或いはガス球よりなる変形20が形成される。この変形20は、光学ピックアップ3に備えられた半導体レーザの波長を $\lambda$ 、対物レンズ（不図示）の開口数をNAとすると、 $\lambda/4NA$ で表される解像限界より小さい記録寸法となる。

## 【0059】

一方、記録された情報の再生時、レーザドライバ9は、後述する制御回路8にて制御され、レーザビーム2が再生パワーとなるように、記録時よりも弱い一定の駆動電流を光学ピックアップ3内の半導体レーザに送る。光学ピックアップ3内の半導体レーザからは、この駆動電流に応じた再生パワーのレーザビーム2が光ディスク1に照射され、その反射光が、光学ピックアップ3内の検出器（不図示）で電気信号に変換された後、アンプ4によって増幅される。

20

## 【0060】

増幅された信号は、トラッキング回路6と再生回路5とに出力され、トラッキング回路6では、増幅された信号を基にトラッキングエラー信号を生成し、これに基づいてレーザビーム2を所望のトラックに追従させる。また、再生回路5では、増幅された信号を基に記録された情報の再生を行う。再生パワーのレーザビーム2を照射することにより、その反射光又は透過光から、解像限界よりも小さい変形20を再生する。

## 【0061】

制御回路8は、本記録再生装置の制御中枢であり、かつ、上述したように、レーザドライバ9へ制御信号を出力して、光学ピックアップ3へと出力する半導体レーザを駆動するための駆動電流を調整するものである。制御回路8は、レーザドライバ9の駆動を制御することで、半導体レーザから出射されるレーザパワーが、記録時には記録動作に応じた記録パワーに、再生時には再生動作に応じた再生パワーとなるように制御する。

30

## 【0062】

そして、本実施の形態の光記録再生装置では、その注目すべき構成の1つとして、さらに制御回路8は、レーザドライバ9の駆動を制御して、再生時の再生パワーよりもさらに弱い第3のパワーのレーザビーム2を、光ディスク1に照射させ得る構成となっている。

## 【0063】

上述したように、貴金属酸化物層16に変形20にて記録された情報は、たとえそのパワーが記録よりも弱い再生パワーであっても、照射し続けると次第に劣化し、終には情報が破壊されてしまう。

40

## 【0064】

そこで、本記録再生装置では、このような情報の劣化を防ぐために、上記制御回路8が、記録でも再生でもない、待機時と所望のトラックへとアクセスするアクセス時には、半導体レーザよりこの最も弱い第3のパワーでレーザビーム2が照射されるように、レーザドライバ9の駆動を制御する。これにより、常に、再生パワーのレーザビーム2が照射される構成に比して、光ディスク1における再生耐久性をより一層向上させることができる。

50

## 【0065】

この第3のパワーとして必要な条件は、該パワーのレーザビーム2の照射にて、待機時或いはアクセス時に、変形20を含むトラックへのトラッキングを可能にすることである。したがって、この第3のパワーをトラッキングが可能な範囲で十分に弱めることで、より一層、再生耐久性の向上が図れる。以下、この第3のパワーを、待機・アクセスパワーと称する。

## 【0066】

また、本実施形態の光記録再生装置では、別の注目すべき構成として、上記トラッキング回路6にて生成されたトラッキングエラー信号の変化を監視する監視回路7が設けられており、この監視回路7によるトラッキングエラー信号の変化を基に、制御回路8が、レーザドライバ9の駆動を制御して、より適切なパワーとなるように、記録パワーのパワー制御を行う構成となっている。

## 【0067】

これは、後述するように、記録時にレーザビーム2のパワーが大きすぎると、貴金属酸化物層16において変形20が過度に形成されてしまい、再生時にトラッキングが不安定となることを回避するためである。記録パワーが適切なものに制御されることで、再生時のトラッキングが安定し、安定した再生が可能となる。

## 【0068】

また、本実施形態の光記録再生装置では、別の注目すべき構成として、上記制御回路8が、上記レーザドライバ9の駆動を制御して、所定のセクタ或いはブロックの情報のみを確実に消去し得る構成となっている。さらに、本実施の形態の光記録再生装置では、情報を消去したトラックへのアクセスを一切不可能とする、完全消去動作も行い得る構成となっている。

## 【0069】

図3のフローチャートを基に、上記構成を有する本光記録再生装置の半導体レーザのパワー切り替え動作を説明する。

## 【0070】

装置の動作がスタートすると、まず、光ディスクのリードイン情報によって、貴金属酸化物層16を備えた光ディスク1であるかどうかを判別する(S1)。なお、このような判別も制御回路8が行う。ここで、貴金属酸化物層16を備えた光ディスク1でなければ、通常の記録再生を行う(S2)。

## 【0071】

一方、貴金属酸化物層16を備えた光ディスク1である場合は、記録か、再生か、消去か、或いは待機・アクセスの何れかから動作モードを選択する(S3)。

## 【0072】

ここで、記録モードであれば、レーザパワーを例えば8mWの記録パワー(レーザパワー強)として(S4)、貴金属酸化物層16に変形20を形成して情報を記録する(S5)。記録が終了すれば、再び、記録か、再生か、消去か、或いは待機・アクセスの何れかから動作モードを選択するステップに戻る(S3)。

## 【0073】

また、再生モードであれば、レーザパワーを例えば4mWの再生パワー(レーザパワー中)とし(S6)、貴金属酸化物層16に変形20によって記録された情報を再生する(S7)。再生が終了すれば、再び、記録か、再生か、消去か、或いは待機・アクセスの何れかから動作モードを選択するステップに戻る(S3)。

## 【0074】

また、待機・アクセスモードであれば、レーザパワーを例えば1mWの待機・アクセスパワー(レーザパワー弱)とし(S8)、変形20によって記録された情報を含んだトラックをトラッキングする(S9)。これにより、待機・アクセス時における変形20の劣化を防ぐことができる。なお、このとき、レーザパワーが弱いため、解像限界よりも短いマークを再生することはできないが、トラッキングに必要な反射光量は得られるのでトラッ

キングに支障はない。待機・アクセスが終了すれば、再び、記録か、再生か、消去か、或いは待機・アクセスの何れかから動作モードを選択するステップに戻る（S3）。

#### 【0075】

さらに、消去モードであれば、レーザパワーを記録パワーと同等のパワー（レーザパワー強）とし（S10）、該パワーで、半導体レーザを直流駆動することで、貴金属酸化物層16の変形20と変形20とが繋がるように空洞或いはガス球を連続形成して、情報を消去する（S12）。消去が終了すれば、再び、記録か、再生か、消去か、或いは待機・アクセスの何れかから動作モードを選択するステップに戻る（S3）。

#### 【0076】

また、図3のフローチャートには記載していないが、消去トラックへのアクセスを一切不可能となるように情報を消去する完全消去動作モードであれば、記録パワーよりもさらに強い第4のレーザパワーにて直流駆動して、変形20が形成されている貴金属酸化物層16におけるグループ21を完全に空洞或いはガス球にて埋めると共に、トラッキング不可能とする。

#### 【0077】

次に、図4のフローチャートを基に、本光記録再生装置において消去動作モードと記録動作モードとで設定される記録パワーを、各動作モードに応じて最適パワーとなるように制御するレーザパワー制御について説明する。

#### 【0078】

まず、制御回路8は、記録動作モードか、消去動作モードかを選択し（S21）、記録動作であれば、まず、所定の記録パワーで、情報を変形20として記録する（S22）。 20

#### 【0079】

しかしながら、図2に示したように、光ディスク1では、貴金属酸化物層16に空洞或いはガス球よりなる変形20が形成されることによって、平均のグループ深さが浅くなるため、トラッキングエラー信号が劣化する。

#### 【0080】

そこで、続いて、トラッキングエラー信号の劣化の度合いを、上記監視回路7にて、後述するようにトラックジャンプ時の振幅或いはピーク値によって検出する（S23）。

#### 【0081】

制御回路8は、監視回路7が検出した劣化が、所定の範囲内かどうか判別し（S24）、 30 所定の範囲内であれば、記録パワーをそのままとして、記録を続行する（S25）。

#### 【0082】

一方、そうでなければ、再生時にトラッキングが不安定となるため、記録パワーを、所定量だけ僅かに弱めて（S26）、再びS22で記録した情報を再記録し（S27）、再び、トラッキングエラー信号の劣化検出に戻って（S23）、所定の範囲内であるかどうか判別する（S24）。このループを、所定の範囲内となるまで繰り返す。

#### 【0083】

これにより、記録パワーが適切に制御され、この記録パワーで記録された情報は、正常なトラッキングによって再生することができる。

#### 【0084】

次に、S21で消去動作であれば、記録パワーで直流駆動して、情報の消去を行う（S28）。つまり、変形20の上に変形20を重ねが書きするように形成し、変形20同士、つまり、空洞或いはガス球同士を繋げて、情報を消去する。

#### 【0085】

そして、ここでも、変形20が形成されることで、グループ深さが浅くなるため、トラッキングエラー信号が劣化する。変形20がある上にさらに変形20が形成される上、変形20同士、つまり、空洞或いはガス球同士が繋がって一続きとなるので、記録時に比べてトラッキングエラー信号の劣化の度合いは大きくなる。

#### 【0086】

そこで、続いて、トラッキングエラー信号の劣化の度合いを、上記監視回路7にて、後述 50

するようにトラックジャンプ時の振幅或いはピーク値によって検出する (S 2 9)。

【0087】

制御回路8は、監視回路7が検出した劣化が、所定の範囲外かどうか判別し (S 3 0)、所定の範囲外であれば、記録パワーをそのままとして、情報消去を続行する (S 3 1)。つまり、所定の範囲外であれば、情報が著しく劣化しているため消去が完了する。

【0088】

一方、そうでなければ、情報の劣化が少ないため、再生が可能となる。したがって、消去のレーザパワーを所定量だけ僅かに強めて (S 3 2)、再び情報を消去する (S 3 3)。そして、再度、トラッキングエラー信号の劣化検出に戻って (S 2 9)、所定の範囲外であるかどうか判別する (S 3 0)。このループを、所定の範囲外となるまで繰り返す。

10

【0089】

これにより、情報の消去が行われる。この段階では、不安定ながらもトラッキングを行うことは可能である。トラックの一部のセクタ (或いはブロック) を消去し、その直前と直後のセクタを連続して再生する場合は、消去したセクタであっても少なくともトラッキングだけは行うので、これによって、前後のセクタを連続してスムーズに記録再生することができる。

【0090】

また、上述したように、完全消去動作では、さらにレーザパワーを強めて、トラッキング自体が不可能となるように、グループ21を空洞或いはガス球によって埋めればよい。これにより、トラッキングが完全に不可能となるため、消去されたトラックへのアクセスが一切困難となり、確実な情報消去が可能となる。特に、光ディスク1の全面を消去する場合は、全てのトラックをトラッキング不可能とするのは、非常に効果的であり、極秘情報などを消去する場合に実用的な方法である。

20

【0091】

図5は、図4のフローチャートにおいて、記録時のトラッキングエラー信号の劣化検出に基づく、制御回路8の判断動作を説明する図である。

【0092】

同図 (a) は正常時のトラッキングエラー信号である。記録による劣化が無い場合は、トラックジャンプ時 (図面のTjの位置) に、トラッキングエラー信号の振幅V1が得られる。同図 (b) は、記録によってトラッキングエラー信号が劣化した場合を示す。劣化していない場合 (破線) に比べて、振幅がV2に減少する。したがって、制御回路8は、 $V2/V1$  (或いは $V2-V1$ ) が所定の範囲内かどうかで、トラッキングが正常となるか否かを判断する。

30

【0093】

また、同図 (c) に示すようにマイナス側のピーク値が大きく減少する場合もある。このときは、制御回路8は、 $V4/V3$  (或いは $V4-V3$ ) が所定の範囲内かどうかで、トラッキングが正常となるか否かを判断する。

【0094】

また、同図 (d) は、記録パワーと、トラッキングエラー信号の振幅及びCNRとの関係を説明する図である。これより、記録パワーを徐々に上げていくと、トラッキングエラー信号が徐々に劣化し、その振幅が減少することがわかる。また、CNRは徐々に増加することがわかる。そして、記録パワーがP0となると、CNRが最大となり、またトラッキングエラー信号は正常な範囲であることがわかる。さらにパワーを上げて、記録パワーがP1を超えるとトラッキングエラー信号が著しく劣化し、トラッキングが不安定となることがわかる。

40

【0095】

したがって、本実施の形態の光記録再生装置では、記録パワーは、トラッキングが正常となるレーザパワーP1よりも弱くなるように制御している。好ましくは、CNRが最大となるレーザパワーP0と、該レーザパワーP1との間となるように制御することである。

【0096】

50

図6は、消去時のレーザパワーと、トラッキングエラー信号の振幅及びCNRとの関係を説明する図である。これより、消去時の記録パワーを徐々に上げていくと、CNRが劣化すると共に、トラッキングエラー信号が徐々に劣化することがわかる。そして、レーザパワーがP2を超えると空洞或いはガス球よりなる変形20同士が繋がり始め、記録情報が劣化し、トラッキングエラー信号も著しく劣化することがわかる。つまり、レーザパワーがP2を超えると、記録情報の劣化か或いはトラッキングの不安定により、再生信号のCNRが劣化し、再生が困難となる。

#### 【0097】

したがって、本実施の形態の光記録再生装置では、トラッキングエラー信号の振幅が正常な範囲外となるように、消去時、レーザパワーをP2よりも強く制御している。

#### 【0098】

詳細には、本実施の形態の光記録再生装置では、通常の消去動作では、消去時のレーザパワーをP2からトラッキングが一切不可能となるパワーP3までの間の、不安定なトラッキングが可能となるパワーに調整している。これにより、消去部位の前後に隣接するセクタ或いはブロックにおける情報の記録或いは再生を、スムーズに行うことができる。

#### 【0099】

そして、ディスク全面を消去する場合や、完全に情報を消去したい場合に選択される完全消去動作モードでは、レーザパワーをP3以上に強めている。これにより、再生時のトラッキングを一切不可能として、情報を完全確実に消去することができる。

#### 【0100】

なお、貴金属酸化物層16に変形20にて記録されている情報を消去するにおいて、ここでは、直流電流で半導体レーザを駆動する構成としていたが、直流電流に限定されるものではなく、全く別のデータを記録手段にて記録パワーで重ね書きしてもよい。この場合、変形20同士を完全に繋げることができないが、元の情報を単独で再生することはできないので、情報の消去が可能となる。

#### 【0101】

また、上記実施の形態では、記録パワー及び消去パワーの制御を実施するタイミングについては、ふれていないが、記録パワーや再生パワーは、光ディスク1における貴金属酸化物層の厚みや材質、及び光吸収層の材質や厚み等、種々の条件で変わると考えられるので、光ディスク1が光記録再生装置に搭載された段階で、テスト情報をテスト領域に記録したり、消去したりすることで、当該光ディスク1にあった各動作モードのパワーを予め定めておく構成としてもよい。

#### 【0102】

##### 【発明の効果】

本発明の光記録媒体装置は、以上のように、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録される光記録媒体を搭載可能で、該光記録媒体に対し、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して情報を上記変形として記録する記録手段を備え、該記録手段は、記録時の照射光強度を、情報記録部位のトラッキング性能を基に制御することを特徴としている。

#### 【0103】

これによれば、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで、貴金属酸化物層に変形が生じ、該変形によって情報が記録される光記録媒体に対し、記録手段が、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して情報を記録するようになっているので、少なくとも最も長さの短い変形が、解像限界より小さい寸法であって、これを再生する超解像再生であるにもかかわらず、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られる。

#### 【0104】

加えて、このような記録方法では、照射光強度が強すぎると、トラッキング性能が低下するが、上記構成では、記録手段が、記録時の照射光強度を、情報記録部位、つまり変形を有する部位のトラッキング性能を基に制御する構成としているので、再生が不安定になる

ようなことがなく、安定した再生が可能となるという効果を奏する。

【0105】

さらに、この場合、上記記録手段が、情報記録部位におけるトラッキングエラー信号の劣化度合いが安定したトラッキングを可能とする領域に入るように、照射光強度を制御することが好ましい。

【0106】

トラッキング性能は、トラッキングエラー信号の劣化度合いより検出することができるので、該トラッキングエラー信号の劣化度合いを、安定したトラッキングを可能とする領域に入るように記録手段の照射光強度を制御することで、再生時に安定なトラッキングが可能となる適切な照射光強度にて情報を記録することができる。

10

【0107】

本発明の光記録媒体装置は、以上のように、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録される光記録媒体を搭載可能で、該光記録媒体に、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して上記変形として記録された情報の消去を行う消去手段を有し、該消去手段は、消去時の照射光強度を、情報消去部位のトラッキング性能を基に制御することを特徴としている。

【0108】

上述したように、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、少なくとも最も長さの短い変形が、解像限界より小さい寸法であって、これを再生する超解像再生であるにもかかわらず、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生

20

【0109】

そして、上記構成によれば、このような貴金属酸化物層の変形によって記録されている情報を、貴金属酸化物層に変形が生じる強度の光を照射して消去する消去手段が備えられており、該消去手段は、消去時の照射光強度を、情報消去部位のトラッキング性能を基に制御する構成としている。

【0110】

これにより、情報消去時の情報の劣化を、トラッキング性能でもって計ることが可能となり、情報消去部位のトラッキング性能を基に照射光量を制御することで、情報を劣化させ、確実に消去することができる。また、情報消去部位のトラッキング性能を、所望の状態に調整することができるという効果を奏する。

30

【0111】

また、消去手段が、情報消去部位におけるトラッキング性能の劣化度合いが不安定なトラッキングを可能とする領域に入るように、照射光強度を制御する構成とすることで、消去部位において、情報の再生はできないまでも、不安定な程度のトラッキングを可能としておくことで、消去部位の前後に隣接するセクタ或いはブロックにおける情報の記録或いは再生を、スムーズに行うことができる。

【0112】

また、消去手段が、情報消去部位におけるトラッキング性能の劣化度合いがトラッキング不可能な領域に入るように照射光強度を制御する構成とすることで、変形によって記録されている情報を、二度と再生できないように完全消去することができ、極秘情報等の消去に特に有効である。

40

【0113】

また、本発明の光記録媒体装置では、以上のように、光記録媒体に光を照射することで、記録されている情報の再生を少なくとも行う光記録媒体装置であって、上記光記録媒体は、貴金属酸化物層を有し、貴金属酸化物層に光が照射されることで生じる貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されており、該変形に記録時よりも弱い光が照射されることで情報が再生されるものであり、該光記録媒体に対し、光を照射して貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されている所定トラックへのトラッキングを行うトラッキング手段を備え、該トラッキング手段は、待機時及び所定トラックへと移動するアクセス時、照射光

50

強度を情報再生時より弱めることを特徴としている。

【0114】

上述したように、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、少なくとも最も長さの短い変形が、解像限界より小さい寸法であって、これを再生する超解像再生であるにもかかわらず、高いCNRが得られて実用上十分なSNRが得られると共に、高い再生耐久性が得られる。

【0115】

また、このような貴金属酸化物層の変形による情報の記録は、記録のための照射光強度より弱い再生のための照射強度であっても、これを照射し続けると次第に変形で記録された情報が劣化し、情報が破壊されたため、上記構成によれば、該光記録媒体に対し、光を照射して貴金属酸化物層の変形によって情報が記録されている所定トラックへのトラッキングを行うトラッキング手段が、記録や再生以外の待機時及びアクセス時に、照射光強度を情報再生時より弱める構成としている。したがって、常に、再生時の照射光強度の照射でトラッキングを行う構成に比べて、光記録媒体の再生耐久性をより一層向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示すもので、光記録再生装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【図2】上記記録再生装置で使用する光ディスクの断面構造を示す説明図である。

【図3】上記記録再生装置における動作モードに応じたレーザパワーの切り換え動作を示すフローチャートである。

【図4】上記記録再生装置における記録および消去時のレーザパワー制御の動作を示すフローチャートである。

【図5】(a)～(d)共に、図4のフローチャートにおける記録時のトラッキングエラー信号の劣化検出を説明する図面である。

【図6】図4のフローチャートにおける消去時のトラッキングエラー信号の劣化検出を説明するための、消去時のレーザパワーと、トラッキングエラー信号の振幅及びCNRとの関係を示す図面である。

【符号の説明】

- 1 光ディスク
- 2 レーザビーム
- 3 光学ピックアップ
- 4 アンプ
- 5 再生回路
- 6 トラッキング回路 (トラッキング手段)
- 7 監視回路 (記録手段、消去手段、トラッキング手段)
- 8 制御回路 (記録手段、消去手段、トラッキング手段)
- 9 レーザドライバ (記録手段、消去手段、トラッキング手段)
- 10 記録回路

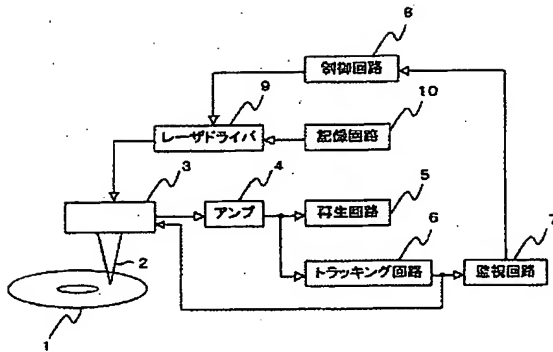
10

20

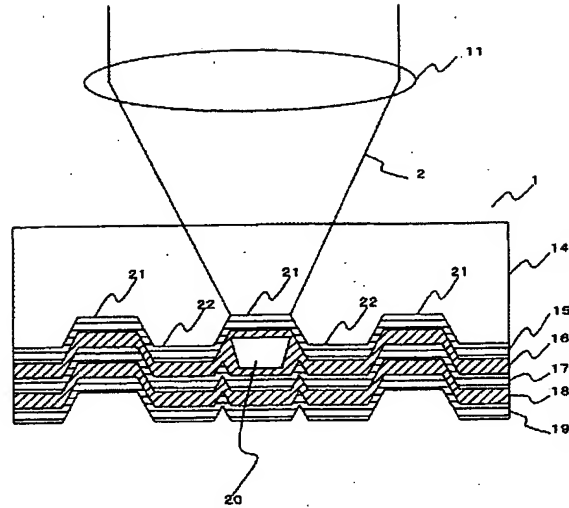
30



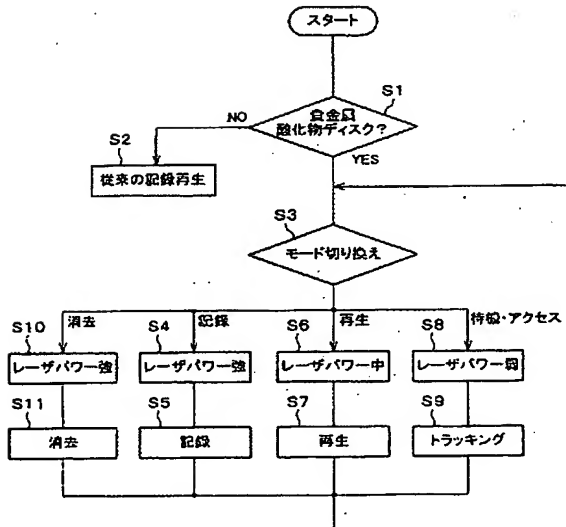
【図 1】



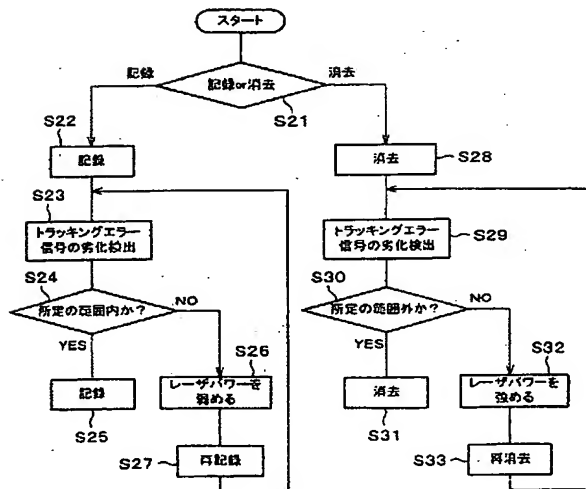
【図 2】



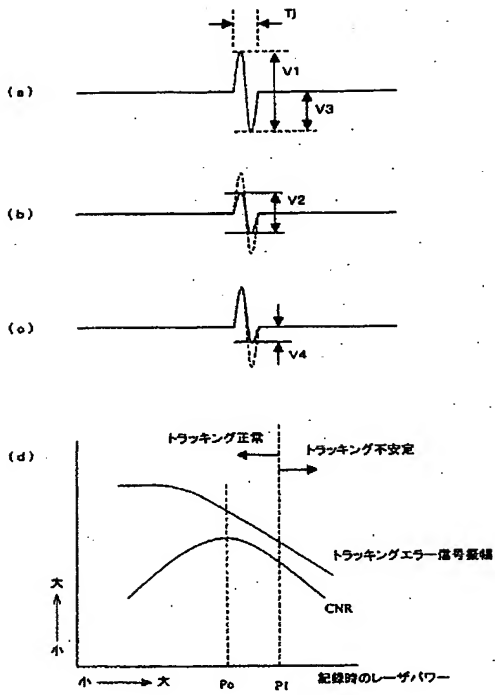
【図 3】



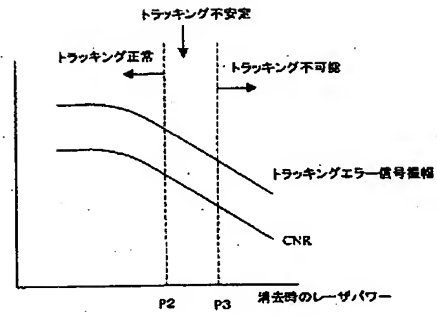
【図 4】



【図5】



【図6】



-----  
 フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード (参考)  
 B 4 1 M 5/26 X 5 D 7 8 9

(74)代理人 100113701  
 弁理士 木島 隆一  
 (74)代理人 100115026  
 弁理士 圓谷 徹  
 (74)代理人 100116241  
 弁理士 金子 一郎  
 (72)発明者 藤 寛  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内  
 (72)発明者 菊川 隆  
 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内  
 (72)発明者 橘 昭弘  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社総合研究所内  
 (72)発明者 富永 淳二  
 茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内  
 (72)発明者 島 隆之  
 茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内  
 F ターム (参考) 2H111 EA03 EA22 EA25 EA32 EA37 FA01 FA17 FA21 FA23 FA25  
 FA27 FB09 FB12 FB21 FB25  
 5D029 JA01 JB24  
 5D090 AA01 BB04 CC01 CC16 DD03 FF02 FF11 KK03  
 5D118 BB02 BF03 BF04 CD03 CD19  
 5D119 AA23 AA26 BA01 BB20 DA01 DA07 EA02 HA23 HA45 HA52  
 5D789 AA23 AA26 BA01 BB20 DA01 DA07 EA02 HA23 HA45 HA52